(19) (11) Publication number: 2001127381 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11304567

(22) Application date: 26.10.99

(51) Intl. Cl.: H01S 5/227 H01S 5/042

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 11.05.01

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: SONY CORP

(72) Inventor: HIRATA SHOJI

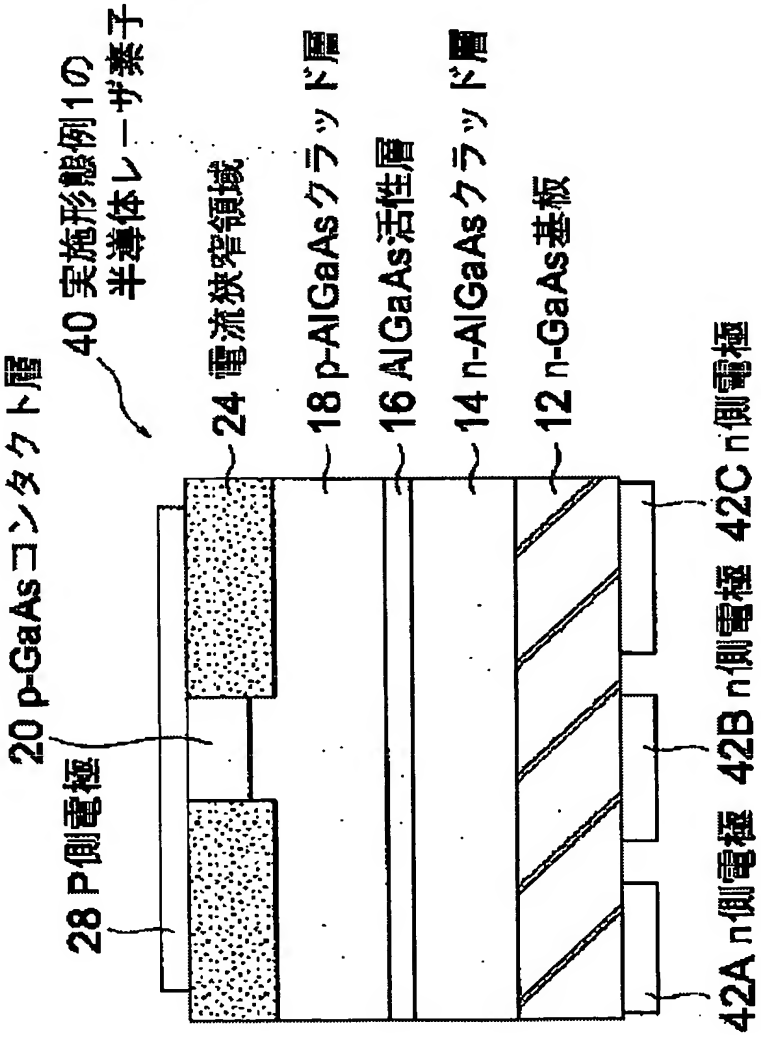
(74) Representative:

(54) GAIN-GUIDE-TYPE SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND OPTICAL WAVEGUIDE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gain-guide-type semiconductor laser element that is optimum as a light source such as an optical pickup and is suited for high output.

SOLUTION: A gain-guide-type semiconductor laser element 40 is provided with the same configuration as a conventional semiconductor laser element excluding the configuration of an n-side electrode. In the element, an n-side electrode 42 is divided into three electrode, namely an n-side current 43B immediately below a current injection region and n-side electrodes 42A and 42C being provided under a current-narrowing region at both the sides. When the three n-side electrodes 42A-42C are allowed to conduct electricity as one n-side electrode 42, and a forward current is allowed to flow between a p-side electrode 28 and the n-side electrode 42, the same laser operation state as the conventional semiconductor laser element results. When the n-side electrode 42B immediately below the current injection region is turned off and a forward current is allowed to flow between the n-side electrodes 42A and 42C and the p-side electrode 28 at both the sides, a current distribution changes and is dispersed farther in a crosswise direction, thus allowing a waveguide state to be nearly equipment to the state where a stripe width W has been spread and angle of radiation θ″ grows large.



COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12) 公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2001－127381
（P2001－127381A）
(43)公開日　平成13年５月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl.'		識別記号	FI			テーマコード'(参考)
H01S	5/227		H01S	5/227		5F073
	5/042	610		5/042	610	

審査請求　未請求　請求項の数５　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願平11－304567

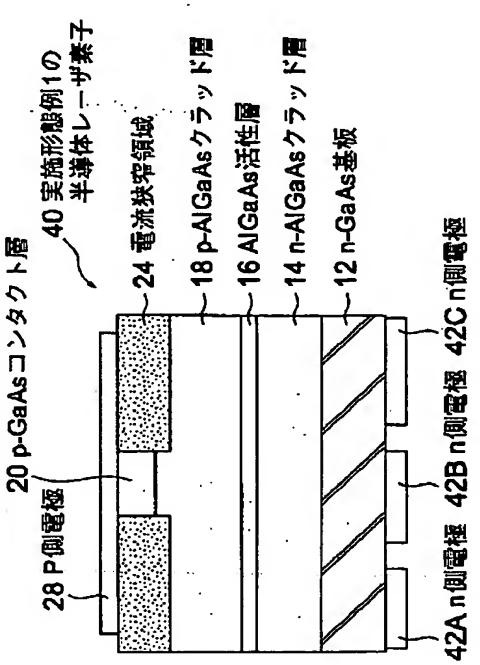
(22)出願日　平成11年10月26日(1999.10.26)

(71)出願人　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番35号
(72)発明者　平田　照二
東京都品川区北品川６丁目７番35号　ソニー株式会社内

Ｆターム(参考)　5F073 AA05 AA61 BA02 BA04 BA07 BA09 CA05 EA12 EA19 EA21

(54)【発明の名称】　ゲインガイド型半導体レーザ素子及び光導波路

(57)【要約】
【課題】　光ピックアップ等の光源として最適であって、高出力に適したゲインガイド型半導体レーザ素子を提供する。
【解決手段】　本ゲインガイド型半導体レーザ素子４０は、ｎ側電極の構成を除いて、従来の半導体レーザ素子と同じ構成を備えている。本素子では、ｎ側電極４２が電流注入領域直下のｎ側電流４２Ｂと、その両側で電流狭窄領域の下に設けられたｎ側電極４２Ａ、Ｃとの３電極に分割されている。３個のｎ側電極４２Ａ～Ｃを導通させて１個のｎ側電極４２とし、ｐ側電極２８、ｎ側電極４２との間に順方向の電流を流すと、本来のＦＦＰ特性により、従来の半導体レーザ素子と同じレーザ動作状態となる。電流注入領域直下のｎ側電極４２Ｂをオフ状態にし、その両側のｎ側電極４２Ａ、Ｃとｐ側電極２８との間に順方向の電流を流すと、電流分布が変化して、より横方向に拡散する。これにより、導波状態があたかもストライプ幅Ｗが拡がったのと等価な状態になりθ〃が大きくなる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　一の導電型のストライプ状リッジ部を上部に有して、一の導電型とは反対の導電型の基板に設けられた共振器構造と、基板裏面に設けられた第１の電極と、ストライプ状リッジ部の最上層上に設けられ、第１の電極と対を成す第２の電極と、ストライプ状リッジを挟む電流狭窄領域とを備え、共振器構造の端面からレーザ光を出射させるようにしたゲインガイド型半導体レーザ素子において、

第１の電極が、複数個の独立した電極に分割されて基板裏面に配置され、かつ分割された第１の電極の各々と第２の電極との間で相互に独立して順電流を流す手段を備えていることを特徴とするゲインガイド型半導体レーザ素子。

【請求項２】　第１の電極が、ストライプ直下領域を挟んで出射端面側の基板裏面の端部領域に設けられた２個の電極と、出射端面とは反対側の基板裏面の端部領域にストライプ直下領域上を含めて形成された１個の電極とを備えていることを特徴とする請求項１に記載のゲインガイド型半導体レーザ素子。

【請求項３】　第１の電極が、ストライプ直下領域を挟んで出射端面側の基板裏面の端部領域に設けられた２個の電極に加えて、更に別の電極を前記２個の電極間のストライプ領域上に備えていることを特徴とする請求項２に記載のゲインガイド型半導体レーザ素子。

【請求項４】　一の導電型のストライプ状リッジ部を上部に有して、一の導電型とは反対の導電型の基板に設けられた共振器構造と、基板裏面に設けられた第１の電極と、ストライプ状リッジ部の最上層上に設けられ、第１の電極と対を成す第２の電極と、ストライプ状リッジを挟む電流狭窄領域とを備え、共振器構造の端面からレーザ光を出射させるようにしたゲインガイド型半導体レーザ素子において、

電流狭窄領域が、一の導電型とは反対の導電型の埋込層で形成され、

第２の電極を挟んで埋込層上に、それぞれ、形成された第３の電極と、

第２の電極と第３の電極との間に逆バイアスの電圧を印加する手段とを備えていることを特徴とするゲインガイド型半導体レーザ素子。

【請求項５】　基板裏面に設けられた基板側電極と、基板に形成された光導波路構造上に設けられ、基板側電極と対を成す電極とを有する第１のゲインガイド型光導波路と、第１のゲインガイド型光導波路の端部で分岐し、基板裏面に設けられた基板側電極と、基板に形成された光導波路構造上に設けられ、基板側電極と対を成す電極とをそれぞれ有する複数本の第２のゲインガイド型光導波路とを備えるゲインガイド型光導波路であって、

第１のゲインガイド型光導波路の基板側電極、及び、第２のゲインガイド型光導波路の基板側電極の各々と、基板側電極と対を成す電極との間で、相互に独立して、順電流を流す手段を備えていることを特徴とするゲインガイド型光導波路。

2

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、ゲインガイド型半導体レーザ素子に関し、更に詳細には、ＦＦＰ特性の放射角θ〃を制御して、レーザ光を偏向させるようにした構成を備え、光ピックアップ、コードスキャナ、レーザビームプリンタ等の光源、及び光通信分野のレーザ光源として最適なゲインガイド型半導体レーザ素子に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】ゲインガイド型（利得導波型）半導体レーザは、接合と平行方向には作り付けの屈折率差を有しないものの、電流狭窄領域によって生じる注入電流の広がり制御によって形成される導波機構を備えた半導体レーザであって、屈折率導波型に比べると、構造が簡単で、作製が容易であるので、種々の分野で使用されており、特に光ピックアップ等の光源として使用されている。本明細書で、ゲインガイド型半導体レーザ素子とは、接合と平行方向には作りつけの屈折率段差（△ｎ）が殆ど無いか、あっても△ｎが０．００４程度以下の比較的小さいものを言う。

【０００３】ところで、ゲインガイド型半導体レーザ素子は、戻り光ノイズを減少させる上で有利であるものの、ＦＦＰ特性の水平方向の拡がり角が小さく、非点隔差が大きいことから、光ピックアップの光源として使い難いと言う弱点もあるので、このような弱点を解消するものとしてストライプの両端をテーパ状にしたＴＡＰＳ構造（Taper Stripe、テーパストライプ）が提案されている。ここで、図８及び図９を参照して、従来のＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザ素子の構成を説明する。図８は従来のＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザの構成を示す断面斜視図、及び図９は図８に示すゲインガイド型半導体レーザの出射端面での構成図である。例えば、従来のＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザ素子１０（以下、簡単に従来の半導体レーザ素子１０と言う）は、メサ埋込型のゲインガイド型構造を用いた、７８０ｎｍ波長帯域のレーザ光を発光するＡｌＧａＡｓ材料系の半導体レーザ素子である。半導体レーザ素子１０は、図８に示すように、ｎ－ＧａＡｓ基板１２上に、順次、成膜された、ｎ－ＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．５）クラッド層１４、膜厚７０ｎｍのＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．１４）活性層１６、膜厚１．２μｍのｐ－ＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．５）クラッド層１８、及び膜厚０．５μｍのｐ－ＧａＡｓコンタクト層２０からなる積層構造を備えている。

【０００４】積層構造のうちｐ－ＡｌＧａＡｓクラッド層１４の上部及びｐ－ＧａＡｓコンタクト層２０は、ス

トライプ状リッジ２２として形成され、リッジ２２の両側には電流狭窄領域２４が設けてある。電流狭窄領域２４は、例えばＧａＡｓ埋め込み層でリッジ２２を埋め込み、次いでＧａＡｓ埋め込み層にB⁺ インプラテーションを行って高抵抗化したものである。本例では、電流狭窄領域２４で挟まれた電流注入領域の直下のＡｌＧａＡｓ活性層１６が、レーザ発光域２６となる。ストライプ状リッジ２２は、共振器長の方向に沿って延び、出射面側端部及びその反対側の端部で、図８に示すように、テーパ状になっていて、電流狭窄領域２４と活性層１６との距離は１．０μｍ、及びストライプのテーパ端部のストライプ幅Ｗは３．０μｍである。また、図９に示すように、ｐ－ＧａＡｓコンタクト層２０上にはｐ側電極２８が、及び、ｎ－ＧａＡｓ基板１２の裏面にはｎ側電極３０が、それぞれ、設けられている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の半導体レーザ素子では、基本的には、放射角特性θ〃は、殆ど変化せず、共振器構造に固有の一定な値である。従って、光ピックアップの光源として従来の半導体レーザ素子を使用した場合、レーザ光をトラックに沿って偏向させて、トラッキングサーボを行うようなことはできないので、対物レンズをトラック方向に機械的に動かして、トラッキングサーボを行う必要があった。また、光ディスクに対するデータ書き込みの高速化の要求に応えるためには、レーザ光の利用効率が、ＦＦＰ（Far Field Pattern 、遠視野像）の拡がり角（θ〃）特性と、レンズの入射ＮＡによって決定され、容易に変化させることが難しいということを前提にして、従来、単純に半導体レーザ素子の高出力化を図って来た。ここで、θ〃とは、レーザ光のＦＦＰ特性の一つであって、パラレル方向の半値全幅の拡がり角度、換言すれば、レーザ構造の各層に平行な放射角特性である。

【０００６】しかし、対物レンズを機械的に動かして、トラッキングサーボを行う従来の光ピックアップでは、必ず多軸性のメカニズムを備えた光回路を構成することが必要であった。その結果、光ピックアップが大型化すると共に、機械的に弱い、即ち摩耗し易く、外部環境変動の影響を受け易い部品を内蔵することになるために、機械的な信頼性を向上させることが難しいという問題があった。また、半導体レーザ素子の高出力化は、電気的及び熱的に過大な負担を半導体レーザ素子に要求することになるため、半導体レーザ素子の動作特性について信頼性を向上させることが難しいという問題があった。

【０００７】そこで、本発明の目的は、光ピックアップ等の光源として最適であって、高出力に適したゲインガイド型半導体レーザ素子を提供することである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】本発明者は、ゲインガイド型半導体レーザ素子の動作を研究し、ＦＦＰのθ〃特

性と電流分布との関係について、以下の知見を得た。即ち、ゲインガイド型型半導体レーザ素子を設計、作製するに際しては、ゲインガイド型半導体レーザのレーザ特性を規定する主要設計パラメータがある。ここで、イオンインプランテーション方式によって電流狭窄領域を形成した上述の半導体レーザ素子１０を例にし、ゲインガイド型半導体レーザ素子の断面構造での設計パラメータを、図１０及び図１１を参照して、説明する。図１０は設計パラメータを説明する断面図、及び、図１１（ａ）から（ｃ）は、それぞれ、ゲインガイド型半導体レーザ素子のストライプ幅と電流分布及びθ〃の大きさとの関係を説明するための断面図である。ゲインガイド型半導体レーザ素子の断面構造での設計パラメータとして、図１０に示すように、ｄ：活性層厚み、ｄ２：電流狭窄層と活性層との距離、Ｗ：ストライプ幅、W_{CUR} ：活性層での電流拡がり（電流注入領域幅）、W_{OPT} ：ゲインガイド導波光のスポットサイズ等がある。

【０００９】上述の設計パラメータのうち、構造的に、或いは作製上で制御できる設計パラメータは、活性層厚みｄ、電流狭窄層と活性層との距離ｄ２、及びストライプ幅Ｗの三つの設計パラメータである。例えば、図１０では、半導体レーザ素子１０で説明したように、活性層厚みｄは７０ｎｍ、電流狭窄層と活性層との距離ｄ２は１．０μｍ、及びストライプ端部のストライプ幅Ｗは３．０μｍである。そして、これらの設計パラメータの値に依存して、活性層域での電流注入領域幅W_{CUR} 、光導波スポットサイズW_{OPT} が決定され、その結果、種々のレーザ特性が決まる。

【００１０】上述の設計パラメータの値に依存する因子のうち、特に、ＦＦＰ特性のθ〃（放射角特性）が、光導波状態の影響を受け易い。ここで、図１１（ａ）から（ｃ）を参照して、電流狭窄層と活性層との距離ｄ２をパラメータとして、ストライプ幅Ｗの大小と、それに対する活性層での電流拡がり（電流注入領域幅）W_{CUR}、ゲインガイド導波光のスポットサイズW_{OPT} 及びＦＦＰのθ〃の変化を説明する。図１１（ａ）に示すように、ストライプ幅Ｗが広く、ｄ２が大きいときには、電流拡がりW_{CUR} は広くなり、ゲインが生じるスポットサイズW_{OPT} は狭くなり、ＦＦＰ特性のθ〃は大きくなる。

【００１１】これは、一見、奇妙に思えるが、図１２に示しすように、ｄ２が狭くなり、電流拡がりW_{CUR} が狭くなった場合、電流拡がり形状が台形状になるために、上述の現象は、ゲインの生じる幅がかえって拡がることの反映であることから理解できる。ただし、電流拡がりW_{CUR} が狭くなると、常にゲイン幅が拡がるわけではなく、ストライプ幅Ｗが狭くなることにより、電流拡がりが狭くなった場合は、そのままゲイン幅も狭くなる。

【００１２】図１１（ａ）に戻ると、この状態ではθ〃は広くなる。これは、スポットサイズが狭く、波面湾曲が大きくなるためであって、ゲインガイド型半導体レー

ザ素子の特徴と言える。

【００１３】ｄ２が狭くなった場合は、図１１（ｂ）に示すように、上述したように、ゲイン幅、つまり光スポットサイズW_{opt}が広くなり、波面湾曲が小さくなることから、ＦＦＰ特性のθ''は狭くなる。Wが、図１１（ａ）に示すWより狭くなった場合には、図１１（ｃ）に示すように、光スポットサイズW_{opt}が狭くなり、ＦＦＰ特性のθ''が広くなる。

【００１４】このようにゲインガイド型半導体レーザ素子は、電流の拡がり具合の変化で、導波される光スポットサイズW_{opt}や波面湾曲の程度が変化するため、θ''を中心としたＦＦＰ特性が変化することになる。そこで、本発明者は、電流の拡がり具合を調整して、ＦＦＰ特性のθ''（放射角特性）、正確には$\Delta\theta''$を制御することによりレーザ光を偏向させることを着想し、研究を進めて、本発明を完成するに到った。

【００１５】上記目的を達成するために、本発明に係るゲインガイド型半導体レーザ素子（以下、第１の発明と言う）は、一の導電型のストライプ状リッジ部を上部に有して、一の導電型とは反対の導電型の基板に設けられた共振器構造と、基板裏面に設けられた第１の電極と、ストライプ状リッジ部の最上層上に設けられ、第１の電極と対を成す第２の電極と、ストライプ状リッジを挟む電流狭窄領域とを備え、共振器構造の端面からレーザ光を出射させるようにしたゲインガイド型半導体レーザ素子において、第１の電極が、複数個の独立した電極に分割されて基板裏面に配置され、かつ分割された第１の電極の各々と第２の電極との間で相互に独立して順電流を流す手段を備えていることを特徴としている。

【００１６】本発明では、分割された第１の電極の各々と第２の電極との間で相互に独立して順電流を流すことにより、電流の拡がり具合（電流分布）を調整して、ＦＦＰ特性のθ''（放射角特性）の大きさを制御することができる。本発明は、ＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザ素子にも、また、両端でテーパ状に縮小していないストライプを有するゲインガイド型半導体レーザ素子にも適用できる。

【００１７】分割した第１の電極の形状、配置には、制約はなく、例えば、第１の電極が、ストライプ直下領域を挟んで出射端面側の基板裏面の端部領域に設けられた２個の電極と、出射端面とは反対側の基板裏面の端部領域にストライプ直下領域上を含めて形成された１個の電極とを備えているようにすることもできる。２個の第１の電極の一方と第２の電極との間に順電流を流すことにより、一方の第１の電極側にレーザ光を偏向させ、２個の第１の電極の他方と第２の電極との間に順電流を流すことにより、他方の第１の電極側にレーザ光を偏向させることができる。

【００１８】また、別の態様では、第１の電極が、ストライプ直下領域を挟んで出射端面側の基板裏面の端部領域に設けられた２個の電極に加えて、更に別の電極を前記２個の電極間のストライプ領域上に備えている。第１の電極のいずれかと第２の電極との間で順電流を流すことにより、θ''を変調させることができる。

【００１９】本発明に係る別のゲインガイド型半導体レーザ素子（以下、第２の発明と言う）は、一の導電型のストライプ状リッジ部を上部に有して、一の導電型とは反対の導電型の基板に設けられた共振器構造と、基板裏面に設けられた第１の電極と、ストライプ状リッジ部の最上層上に設けられ、第１の電極と対を成す第２の電極と、ストライプ状リッジを挟む電流狭窄領域とを備え、共振器構造の端面からレーザ光を出射させるようにしたゲインガイド型半導体レーザ素子において、電流狭窄領域が、一の導電型とは反対の導電型の埋込層で形成され、第２の電極を挟んで埋込層上に、それぞれ、形成された第３の電極と、第２の電極と第３の電極との間に逆バイアスの電圧を印加する手段とを備えていることを特徴としている。

【００２０】また、第１の電極と、第２の電極との間に順方向の電流を流しつつ、第３の電極と、第２の電極との間に逆バイアスの電圧を印加することにより、一の導電型と反対の導電型の埋込層と、一の導電型のクラッド層の境界に形成されたｐｎ接合による空乏層が拡大し、レーザ駆動用の電流分布が変化する。これにより、ＦＦＰ特性のθ''（放射角特性）の大きさを制御することができる。

【００２１】本発明に係るゲインガイド型光導波路は、基板裏面に設けられた基板側電極と、基板に形成された光導波路構造上に設けられ、基板側電極と対を成す電極とを有する第１のゲインガイド型光導波路と、第１のゲインガイド型光導波路の端部で分岐し、基板裏面に設けられた基板側電極と、基板に形成された光導波路構造上に設けられ、基板側電極と対を成す電極とをそれぞれ有する複数本の第２のゲインガイド型光導波路とを備えるゲインガイド型光導波路であって、第１のゲインガイド型光導波路の基板側電極、及び、第２のゲインガイド型光導波路の基板側電極の各々と、基板側電極と対を成す電極との間で、相互に独立して、順電流を流す手段を備えていることを特徴としている。

【００２２】本発明に係るゲインガイド型光導波路では、分岐した第２のゲインガイド型光導波路の基板側電極のいずれかに、順電流を流すことにより、レーザ光のスイッチング（光交換）を容易に行うことができる。また、分岐した第２のゲインガイド型光導波路の各基板側電極に順電流を流すことにおり、導波効率の高い分岐型の光導波路を構成することができる。

【００２３】

【発明の実施の形態】以下に、実施形態例を挙げ、添付図面を参照して、本発明の実施の形態を具体的かつ詳細に説明する。

半導体レーザ素子の実施形態例１

本実施形態例は、第１の発明に係るゲインガイド型半導体レーザ素子の実施形態の一例である。図１は本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子の構成を示す断面図、及び、図２（ａ）と（ｂ）は、それぞれ、本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子を動作させたときの電流分布を示す断面図である。本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子４０（以下、簡単に半導体レーザ素子４０と言う）は、メサ埋込型のゲインガイド型構造を用いた半導体レーザ素子であって、ｎ側電極の構成を除いて、従来の半導体レーザ素子１０と同じ構成を備えている。本半導体レーザ素子４０では、ｎ側電極４２が、図１に示すように、電流注入領域直下のｎ側電流４２Ｂと、その両側で電流狭窄領域の下に設けられたｎ側電極４２Ａ、Ｃとの３電極に分割されている。

【００２４】本実施形態例では、３個のｎ側電極４２Ａ～Ｃを導通させて１個のｎ側電極４２とし、１個のｎ側電極４２とｐ側電極２８との間に順方向の電流を流すと、図２（ａ）に示すように、半導体レーザ素子１０と同じレーザ動作状態となり、半導体レーザ素子１０と同じ本来のＦＦＰ特性を示す。

【００２５】また、電流注入領域直下のｎ側電極４２Ｂをオフ状態にし、その両側のｎ側電極４２Ａ、４２Ｃとｐ側電極２８との間に順方向の電流を流すと、図２（ｂ）に示すように、電流分布が変化して、より横方向に拡散する。これにより、導波状態があたかもストライプ幅Ｗが拡がったのと等価な状態（図１１（ａ）に示す状態）になり、θ〃が大きくなる。

【００２６】更には、ｎ側電極４２Ｃのみに順方向の電流を流すと、電流分布はｎ側電極４２Ｃに偏った分布になるので、導波状態も全体的に図１で見て右よりになる。更には、ｎ側電極の構成を変えて、次の改変例１及び２で説明するように、レーザ光の出射端面付近のみに電流を分布させると、種々に応用できる興味深いθ〃の偏向を生じさせることが可能になる。

【００２７】これにより、本実施形態例の半導体レーザ素子４０を光ピックアップの光源として使用し、３個のｎ側電極４２Ａ～Ｃとｐ側電極２８との間で電圧印加を変えてθ〃を制御することにより、レーザ光の放射方向を調整することができるので、対物レンズの機械式トラッキングサーボに変えて、半導体レーザ４０により行うことができる。よって、対物レンズに必要な２軸サーボのうちトラッキングサーボ用の１軸を省略することができる。

【００２８】

半導体レーザ素子の実施形態例１の改変例１

本改変例は、実施形態例１の改変例であった、図３は本改変例のｎ側電極の配置を示す配置図である。本改変例では、ｎ側電極４４は、図３に示すように、電流注入領域直下の領域を挟んで出射端面側の基板裏面に設けられた２個のｎ側電極４４Ａ、４４Ｂと、出射端面とは反対側の基板裏面全面に設けられたｎ側電極４４Ｃとに分割されている。本改変例では、ｎ側電極４４Ａ及び４４Ｃとｐ側電極との間に順方向の電流を流すと、図３で左側に偏向したレーザ光が出射される。次いで、電流注入をｎ電極４４Ｂ及び４４Ｃに切り替えると、レーザ光は、図３に示すように、図３で右側にその出射方向を角度θだけ偏向させることができる。ｎ側電極４４Ａ、４４Ｂに流す電流バランスを連続的に変化させると、レーザ光の出射方向を連続的に変化させることが可能になる。

【００２９】

半導体レーザ素子の実施形態例１の改変例２

本改変例は、実施形態例１の別の改変例であって、図４はｎ側電極の配置を示す配置図である。本改変例では、ｎ側電極４４が、実施形態例１の改変例１の電極構成に加えて、更に、改変例１のｎ側電極４４Ａ、４４Ｂの間のストライプ領域上に別のｎ側電極４４Ｄを備えている。本改変例では、先ず、ｎ側電極４４Ｃ及び４４Ｄとｐ側電極２８との間で順電流を流すと、従来の半導体レーザ素子１０と同じように機能して、素子固有のθ〃特性（１）が生じる。次いで、ｎ側電極４４Ａ、及び４４Ｂに順電流を流し、ｎ側電極４４Ｄをオフにすると、出射端面付近でストライプ幅Ｗが拡がった構造（図１１（ｂ）に示す構造）と等価の半導体レーザ素子の特性となり、θ〃特性（２）が狭くなる。この変化を続けることにより、θ〃を変調させることが可能になる。

【００３０】半導体レーザ素子の実施形態例２

本実施形態例は、第２の発明に係るゲインガイド型半導体レーザ素子の実施形態の一例であって、図５は本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子の構成を示す断面図、図６（ａ）及び（ｂ）は、それぞれ、本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子を動作させたときの電流分布を示す断面図である。本実施形態例のゲインガイド型半導体レーザ素子５０（以下、簡単に半導体レーザ素子５０と言う）は、メサ埋込型のゲインガイド型構造を用いた半導体レーザ素子であって、電極構造及び電流狭窄領域の構成を除いて、従来の半導体レーザ素子１０と同じ構成を備えている。

【００３１】半導体レーザ素子５０は、電極構造として多重電極構造を備え、図５に示すように、基板１２の裏面に設けられた第１のｎ側電極５２と、第１のｎ側電極５２と対向して、ストライプ状の電流注入領域上に設けられたｐ側電極５４と、ｐ側電極５４の両側に設けられた第２のｎ側電極５６Ａ、Ｂとを備えている。そして、第２のｎ側電極５６Ａ、Ｂの下は、ｐ－ＡｌＧａＡｓクラッド層１８の上部及びｐ－Ｇａ Ａｓ コンタクト層２０からなるリッジを挟んで、ｎ型の埋込層５８が形成されている。本実施形態例では、ｐ－ＡｌＧａＡｓクラッド層１８の上部及びｐ－Ｇａ Ａｓ コンタクト層２０からなるｐ型層と、埋込層５８のｎ型層とのｐｎ分離による電

流狭窄機構が形成されている。

【００３２】ｐ側電極５４と、基板１２の裏面の第１のｎ側電極５２との間に順方向の電流を流すと、図６（ａ）に示すように、従来の半導体レーザ素子１０と同じレーザ動作を行い、半導体レーザ素子１０と同じＦＦＰ特性のθ〃を示す。

【００３３】一方、ｐ側電極５４と、基板１２の裏面の第１のｎ側電極５２との間に順方向の電流を流しつつ、第２のｎ側電極５６Ａ、Ｂとｐ側電極５４との間に逆バイアスの電圧を印加すると、埋込層５８とｐ－ＡｌＧａＡｓクラッド層１８の境界に形成されたｐｎ接合の空乏層が拡大し、図６（ｂ）に示すように、レーザ駆動用の電流分布を変化させる。これは、ストライプ直下の高濃度ドープ領域より両横のｐクラッド層に対向している比較的低濃度ドープ領域のほうに電流が拡がり易いために、あたかもｄ２が小さくなるように振る舞うからである。この結果、図６（ｂ）に示すように、狭い電流分布を生じさせ、図１１（ｂ）で説明したようにθ〃が縮小する。つまり、ｐ側電極５４とｎ側電極５６Ａ、５６Ｂとの間に印加した逆バイアス電圧を変化させることにより、θ〃の変調を行わせることが可能になる。

【００３４】電流分布が変化すると、通常、半導体レーザ素子のしきい値（Ｉｔｈ）も変化するので、このθ〃変調は強度変調を伴うことが予想される。これは、半導体レーザ素子で注入電流による変調ではなく、バイアス電圧変調を可能にすることを意味していて、新たな高周波変調の可能性が生じていると言える。本実施形態例の半導体レーザ素子５０でも、光ビームを偏向させることが可能であって、ｐ側電極５４とｎ側電極５６Ａ、５６Ｂとの間に印加する逆バイアス電圧の電圧バランスを変化させることにより、実施形態例１の改変例と同様に、光ビームを偏向させることが可能になる。

【００３５】光導波路の実施形態例

本実施形態例は、本発明に係るゲインガイド型光導波路の実施形態の一例であって、図７は本実施形態例のゲインガイド型光導波路の構成を示す平面図である。ところで、光導波路は、通常、インデックスガイド構造で作られることが多く、導波損失が少ないメリットを有するが、光導波路の経路又はルートが規定されていて、変更することができないので、ルートの「交換」や、スイッチングが容易ではなかった。本実施形態例のゲインガイド型光導波路６０（以下、簡単に光導波路６０と言う）は、図７に示すように、２股状の支線の光導波路を備えた光導波路であって、従来の光導波路に比べて、光スイッチング（交換）及び分岐を行うのに適している。

【００３６】本実施形態例の光導波路６０は、実施形態例１と同じ構成の電流分布変化構造を備えたゲインガイド型光導波路であって、図７に示すように、幹線の光導波路６２と、幹線の光導波路６２の端部で二股状に分岐した２本の支線光導波路６４Ａ、Ｂとを備える。幹線の光導波路６２、及び支線の光導波路６４Ａ、Ｂは、それぞれ、基板裏面上に設けられた基板側電極６６、６８Ａ、Ｂと、基板に設けられた光導波路構造上に設けられ、基板側電極６６、６８Ａ、Ｂと対を成す電極（図示せず）とを有する。基板側電極６６、６８Ａ、Ｂは、ストライプ状の電流注入構造に対応して、ストライプ直下領域の基板裏面に設けられている。本実施形態例の光導波路６０では、先ず、ｎ側電極６０Ａ及び６０Ｃに順電流を流すと、レーザ光は図７で左側に分岐した支線の光導波路６４Ａに導波される。次いで、ｎ側電極６６Ａに変えて、ｎ側電極６６Ｂに順電流を流すと、レーザ光は図７で右側に分岐した支線の光導波路６４Ｂに導波される。即ち、ｎ側電極６６Ａ、６６Ｂの間で順バイアス電圧の印加を切り換えることにより、レーザ光のスイッチング（光交換）を容易に行うことができる。また、ｎ側電極６６Ａ、６６Ｂ及び６６Ｃの全ｎ側電極に順電流を流すと、レーザ光は幹線の光導波路６２から２本の支線の光導波路６４Ａ、Ｂに導波され、光導波路６０は、分岐型の光導波路となる。

【００３７】

【発明の効果】本発明によれば、基板側電極が、複数個の独立した電極に分割されて基板裏面に配置され、かつ分割された基板側電極の各々と対を成す電極との間で相互に独立して順電流を流す手段を備え、分割された基板側電極の各々と対を成す電極との間で相互に独立して順電流を流すことにより、電流の拡がり具合（電流分布）を調整して、ゲインガイド型半導体レーザ素子のＦＦＰ特性、特にθ〃（放射角特性）を制御し、レーザ光を偏向させることができる。即ち、本発明によれば、ゲインガイド型レーザ基本構造に分割電極を設けるという簡単な手法で電流分布を変化させることにより、光導波形状を制御しＦＦＰ特性のθ〃の形状を変化させることができる。これにより以下のことを可能にする。本発明に係るゲインガイド型半導体レーザ素子を光ピックアップの光源に適用した場合、レーザ光ビームの偏向方向を制御してトラック方向に走査することができるので、対物レンズの２軸構造をフォーカスサーボの１軸構造に簡素化することができる。本発明に係るゲインガイド型半導体レーザ素子を適用すれば、ビーム偏向方向を電気的に簡単に制御することができるので、バーコード読み取り装置、レーザビームプリンタに応用し、従来の機械的なビーム偏向を不要にすることができる。また、θ〃の大きさによる変調を施すことができるので、新たな高周波重畳手法として利用することができる。これにより、例えば光デスク読み取りの際のノイズを低減することができる。更には、θ〃の変調に伴い強度変調を可能にすることができるので、新たな変調方式として光通信システムに適用することが可能になる。本発明に係る光導波路は、レーザ光の分岐、交換、スイッチング等に最適な光導波路を実現している。

11

【図面の簡単な説明】

【図１】実施形態例１のゲインガイド型半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図２】図２（ａ）と（ｂ）は、それぞれ、実施形態例１のゲインガイド型半導体レーザ素子を動作させたときの電流分布を示す断面図である。

【図３】実施形態例１の改変例１のゲインガイド型半導体レーザ素子のｎ側電極の配置を示す配置図である。

【図４】実施形態例１の改変例２のゲインガイド型半導体レーザ素子のｎ側電極の配置を示す配置図である。

【図５】実施形態例２のゲインガイド型半導体レーザ素子の構成を示す断面図である。

【図６】図６（ａ）及び（ｂ）は、それぞれ、実施形態例２のゲインガイド型半導体レーザ素子を動作させたときの電流分布を示す断面図である。

【図７】実施形態例の光導波路の構成を示す平面図である。

【図８】従来のＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザの構成を示す断面斜視図である。

【図９】図８のゲインガイド型半導体レーザ素子の端面図である。

【図１０】半導体レーザ素　の設計パラメータを説明する断面図である。

12

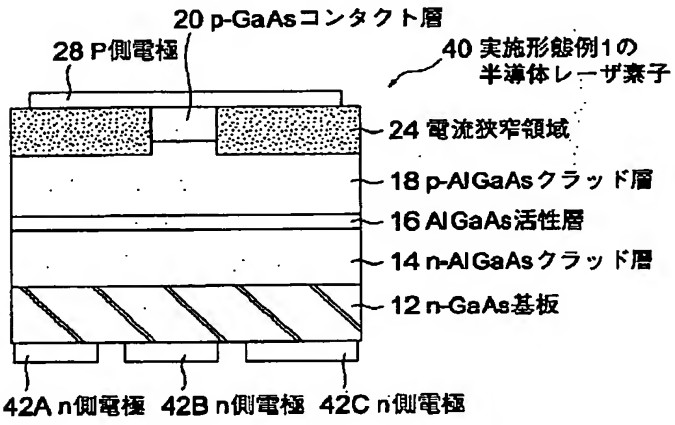
＊【図１１】図１１（ａ）から（ｃ）は、それぞれ、ゲインガイド型半導体レーザ素子のストライプ幅と電流分布及び$\theta_{//}$の大きさとの関係を説明するための断面図である。

【図１２】電流分布（電流拡がり）を説明する断面図である。

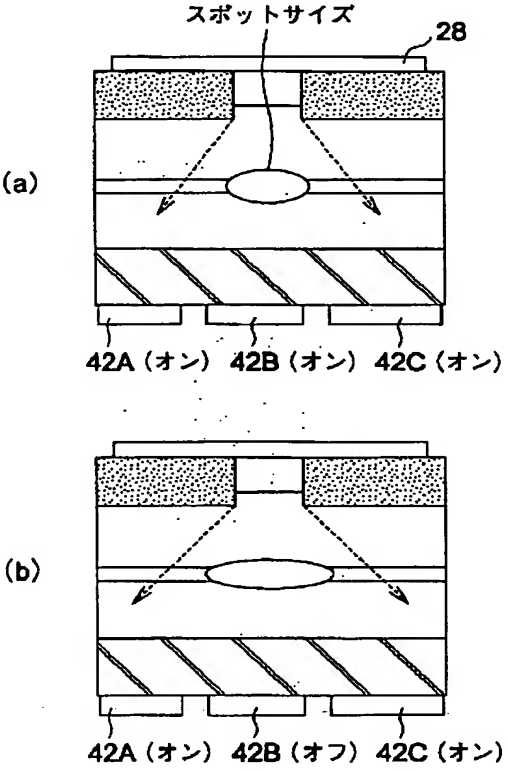
【符号の説明】

１０……従来のＴＡＰＳ構造のゲインガイド型半導体レーザ素子、１２……ｎ－ＧａＡｓ基板、１４……ｎ－ＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．５）クラッド層、１６……ＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．１４）活性層、１８……ｐ－ＡｌＧａＡｓ（Ａｌ組成：０．５）クラッド層、２０……ｐ－ＧａＡｓコンタクト層、２２……ストライプ状リッジ、２４……電流狭窄領域、２８……ｐ側電極、３０……ｎ側電極、４０……実施形態例１の半導体レーザ素子、４２Ａ～Ｃ……ｎ側電極、　４４Ａ～Ｃ……ｎ側電極、４４Ｄ……ｎ側電極、５０……実施形態例２の半導体レーザ素子、５２……ｎ側電極、５４……ｐ側電極、５６Ａ、Ｂ……第２のｎ側電極、５８……ｎ型埋込層、６０……実施形態例の光導波路、６２……幹線の光導波路、６４Ａ、Ｂ……二股状に分岐した２本の支線光導波路、６６……基板側電極、６８Ａ、Ｂ……基板側電極。

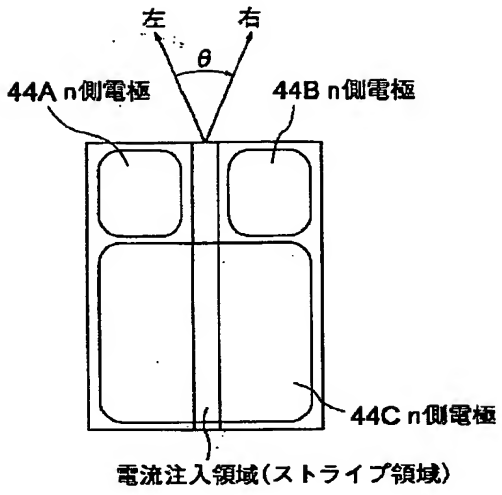
【図１】



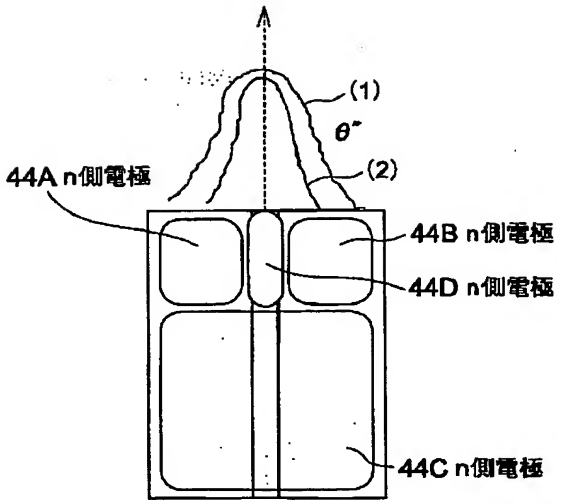
【図２】



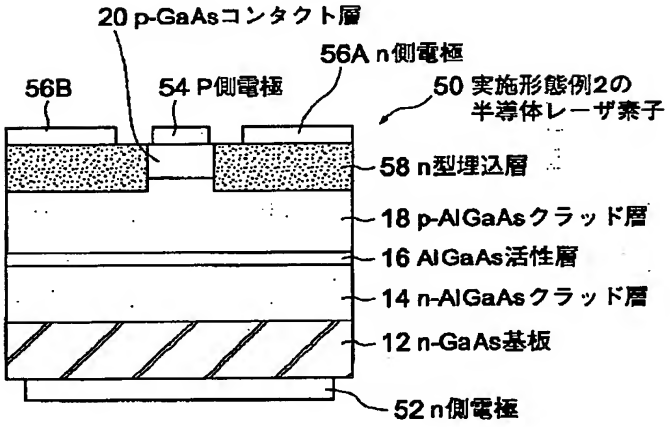
【図３】


左
右
θ
44A n側電極
44B n側電極
44C n側電極
電流注入領域(ストライプ領域)

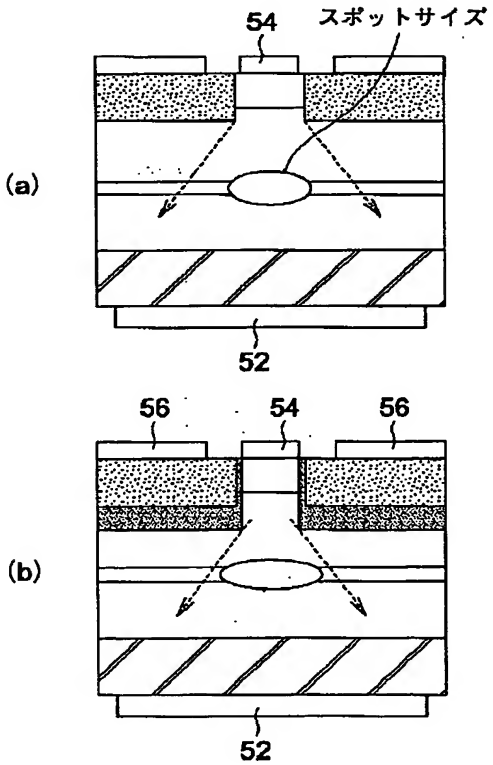
【図４】


(1)
θ"
(2)
44A n側電極
44B n側電極
44D n側電極
44C n側電極

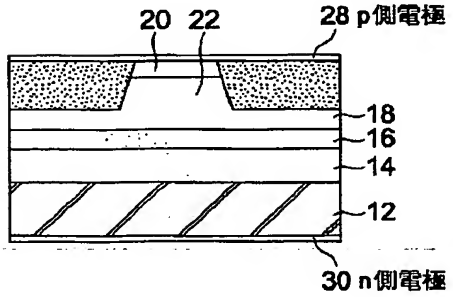
【図５】


20 p-GaAsコンタクト層
56A n側電極
56B
54 P側電極
50 実施形態例2の
半導体レーザ素子
58 n型埋込層
18 p-AlGaAsクラッド層
16 AlGaAs活性層
14 n-AlGaAsクラッド層
12 n-GaAs基板
52 n側電極

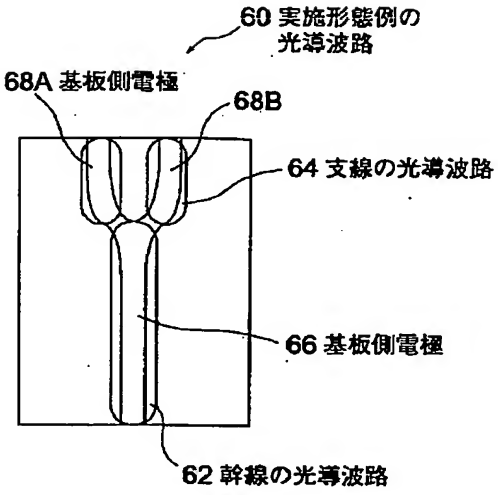
【図６】


54
スポットサイズ
(a)
52
56
54
56
(b)
52

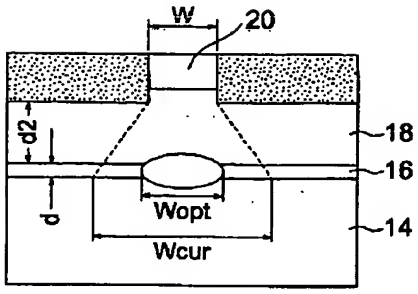
【図９】


20
22
28 p側電極
18
16
14
12
30 n側電極

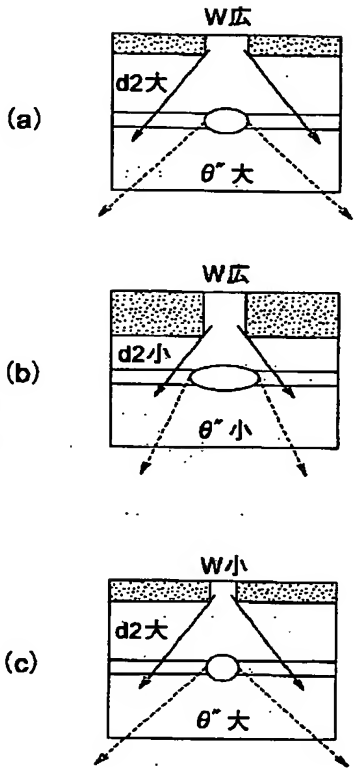
【図７】



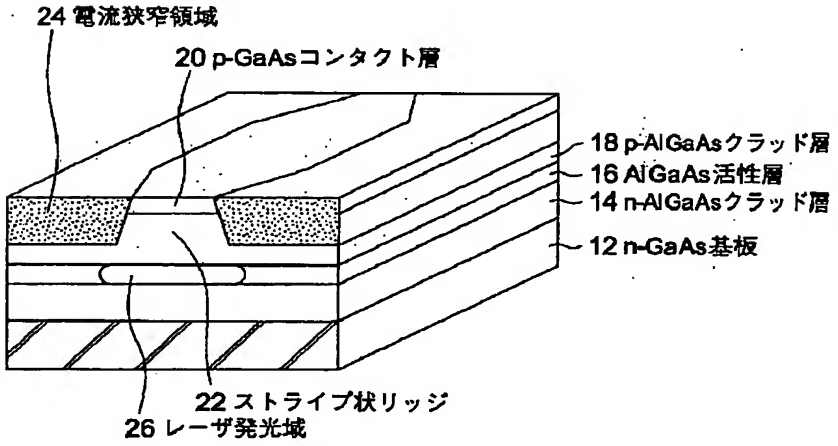
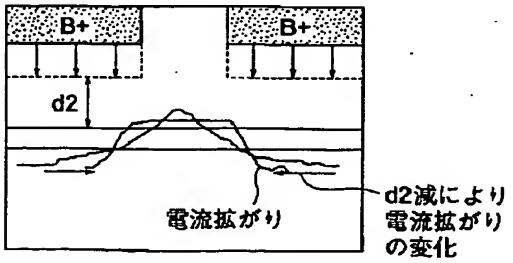
【図１０】



【図１１】



【図８】



【図１２】